

(19) RÉPUBLIQUE FRANÇAISE  
 INSTITUT NATIONAL  
 DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE  
 PARIS

(11) N° de publication : 2 739 428  
 (à n'utiliser que pour les commandes de reproduction)

(21) N° d'enregistrement national : 95 11603

(51) Int Cl<sup>e</sup> : F 16 H 25/24, F 15 B 1/02, F 16 C 32/06, H 02 K  
 7/06//G 09 B 9/08

(12)

## DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

(22) Date de dépôt : 03.10.95.

(71) Demandeur(s) : THOMSON CSF SOCIETE  
 ANONYME — FR.

(30) Priorité :

(72) Inventeur(s) : LACROIX MICHEL ANDRE.

(43) Date de la mise à disposition du public de la demande : 04.04.97 Bulletin 97/14.

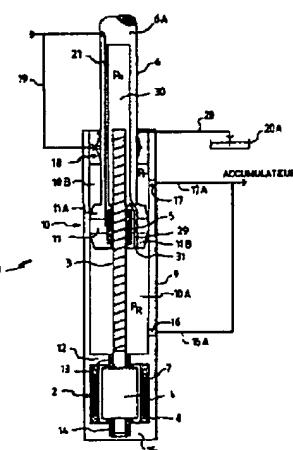
(73) Titulaire(s) :

(56) Liste des documents cités dans le rapport de recherche préliminaire : Se reporter à la fin du présent fascicule.

(74) Mandataire : THOMSON CSF.

(54) VERIN DE PUISSANCE A FROTTEMENTS SECS REDUITS.

(57) Le vérin de l'invention comporte essentiellement un moteur électrique (2) sans balais, dont le rotor (4) entraîne directement une vis (3), un écrou hydrostatique (5) coopérant avec la vis, et une tige (6) constituant la tige du vérin.



FR 2 739 428 - A1



2739428

1

La présente invention se rapporte à un vérin de puissance à frottements secs réduits.

5 Les simulateurs de vol comportent une plate-forme mobile supportant une cabine reproduisant le plus fidèlement possible une cabine réelle d'avion. Cette plate-forme est mue, selon six degrés de liberté en général, par un ensemble de vérins dénommé "mouvement de cabine". Dans la majorité des simulateurs de vol actuels, ce mouvement de cabine  
10 comporte des vérins hydrauliques, qui permettent de reproduire de façon suffisamment réaliste les accélérations auxquelles doit être soumise la cabine.

La substitution de vérins électriques aux vérins hydrauliques pourrait présenter plusieurs avantages. Ces avantages sont, en particulier,  
15 une plus grande facilité de maintenance et un encombrement réduit du fait de la suppression de la centrale hydraulique. Cependant, le niveau élevé du bruit d'accélération des vérins électriques ne permet pas de les utiliser dans les simulateurs d'avions civils, qui doivent satisfaire le niveau D de la circulaire AC 120-40 de la FAA.

20 Le bruit d'accélération des vérins électriques est principalement dû au frottement sec du système vis/écrou qui permet de transformer la rotation du moteur en un déplacement linéaire, ainsi qu'au frottement sec des dispositifs de guidage de la tige du vérin.

Pour réduire le bruit d'accélération des vérins électriques à un  
25 niveau compatible avec le niveau D de ladite circulaire de la FAA, il faudrait réaliser un vérin électrique ayant un frottement sec pratiquement égal à celui des vérins hydrauliques à paliers hydrostatiques actuellement utilisés, qui ont un frottement inférieur à 50 daN. La présente invention a pour objet un tel vérin électrique.

30 Le vérin de puissance conforme à l'invention comporte un moteur électrique, de préférence du type sans balais, entraînant directement en rotation une vis coopérant avec un écrou entraînant en translation la tige du vérin, le système vis/écrou étant du type hydrostatique et enfermé dans un cylindre étanche

2739428

2

De façon avantageuse, les paliers de guidage de la tige du vérin sont également hydrostatiques. De façon également avantageuse, l'extrémité de la tige de vérin reliée à l'écrou forme un piston se déplaçant dans ledit cylindre, et est munie de dispositifs d'amortissement de fin de course. Ledit cylindre reçoit avantageusement une pression d'équilibrage de la charge du vérin.

La présente invention sera mieux comprise à la lecture de la description détaillée d'un mode de réalisation, pris à titre d'exemple non limitatif et illustré par le dessin annexé, sur lequel :

10 - la figure 1 est une vue en coupe longitudinale d'un vérin conforme à l'invention, et  
- la figure 2 est une vue de détail en coupe du système vis/écrou de la figure 1.

L'invention est décrite ci-dessous en référence à un vérin pour mouvement de cabine de simulateur, mais il est bien entendu qu'elle n'est pas limitée à une telle application, et qu'elle peut être mise en oeuvre dans d'autres systèmes, dans lesquels on voudrait diminuer les coûts de maintenance et l'encombrement des vérins, ainsi que, le cas échéant, leur bruit. Bien que l'invention soit décrite en référence à un vérin de forte puissance (pour des mouvements de cabine supportant des plates-formes et leurs cabines, pesant plus de 10 tonnes), il est bien entendu qu'elle s'applique également à des vérins de plus faible puissance.

Le vérin 1 de l'invention comprend essentiellement un moteur électrique 2 sans balais, une vis 3 directement entraînée par le rotor 4 du moteur 2, un écrou hydrostatique 5 coopérant avec la vis 3, et une tige 6 constituant la tige du vérin, tige dont une extrémité est creuse et renferme l'écrou 5 qui l'entraîne en translation longitudinale. Bien entendu, la tige 6 est immobilisée en rotation.

Le stator 7 du moteur 2 est fixé dans une première chambre 8 d'un corps cylindrique 9. La seconde partie du corps 9 fait office de cylindre hydraulique 10 dans lequel se déplace un piston 11 formé autour de l'extrémité creuse de la tige 6, et donc autour de l'écrou 5. Ce cylindre 10 comprend deux chambres 10A, 10B. La chambre 10A est celle délimitée par le piston 11 et la cloison 12 fermant la chambre 8, tandis que la chambre 10B s'étend entre le piston 11 et l'extrémité du corps 9 opposée à celle

2739428

3

contenant le moteur 2. Le piston 11 comporte sur ses deux faces latérales des cônes d'amortissement 11A, 11B. La chambre 8 occupe une extrémité du corps 9, tandis que le cylindre 10 occupe le reste du corps 9, le cylindre 10 étant nettement plus long que la chambre 8. Dans la cloison 12 est fixé

5 un palier 13 supportant l'extrémité de la vis 3 fixée au rotor 4 du moteur 2. Le palier 13 est réalisé et fixé de façon à rendre étanche la passage entre la chambre 8 et le cylindre 10. L'extrémité du rotor 4 opposée à celle sur laquelle est fixée la vis 3 coopère avec un palier 14 fixé dans la cloison d'extrémité 15 du corps 9.

10 On pratique aux deux extrémités du cylindre 10, dans sa cloison périphérique, des orifices 16, 17 qui sont reliés par des conduites 16A, 17A à un accumulateur hydraulique (non représenté) pour produire sur le piston 11 une pression d'équilibrage de la charge du vérin 1.

15 L'extrémité du cylindre 10 opposée à celle jouxtant la cloison 12 est fermée par un palier hydrostatique 18 qui est alimenté en fluide hydraulique par une conduite 19. Une conduite 20 assure le retour de fluide vers une bâche 20A.

20 Dans la paroi de l'extrémité creuse de la tige 6, on forme un alésage longitudinal 21 parallèle à l'axe de la tige. Cet alésage 21 s'étend depuis l'écrou 5, auquel il est relié de la façon représentée en figure 2, jusqu'à la partie pleine 6A de la tige 6 jouxtant la partie creuse.

25 Sur la vis 3, on pratique un filetage à filet 22 à profil rectangulaire ou sensiblement rectangulaire. Dans l'écrou 5, on pratique un filetage dont la gorge 23 a un profil de même forme que celle du filet 22. Les dimensions de la gorge 23 sont telles que lorsque l'écrou est en place sur la vis, un léger jeu (par exemple 50 à 60 µm pour une vis de 80 mm de diamètre) subsiste entre le filet 22 et la gorge 23 tout autour du filet 22. La gorge 23 s'étend par exemple sur deux tours ou plus.

30 Dans chacun des deux flancs de la gorge 23, on pratique une gorge hélicoïdale 24, 25 respectivement. La gorge 25 est celle pratiquée dans le flanc "inférieur" de la gorge 23, c'est à dire le flanc tendant à s'éloigner du filet 22 lorsqu'une charge est appliquée à l'écrou 5. Les gorges 24, 25 ont un profil sensiblement rectangulaire de faible profondeur (par exemple quelques millimètres pour une vis de 80 mm de diamètre) et sont pratiquées à peu près au milieu de la profondeur du flanc correspondant.

2739428

4

Ces gorges 24, 25 sont reliées chacune via un ajutage 26, 27 respectivement, à la conduite 21. Le diamètre des ajutages 26, 27 est calculé pour obtenir dans les gorges 25, 25 une pression hydrostatique égale à la moitié de la différence entre la pression d'alimentation (en aval 5 des ajutages 26, 27) et la pression d'équilibrage de charge (appliquée à l'interstice 28 entre la vis 3 et l'écrou 5 au niveau de la face latérale de l'écrou 5 tournée vers la cloison 12). Une conduite longitudinale 29 est percée dans le piston 11 pour relier l'espace 30 qui se trouve à l'intérieur de la partie creuse de la tige 6 (espace 30 fermé par le piston 11), à la chambre 10A, qui est comprise entre le piston 11 et la cloison 12. La conduite 29 débouche en 31 dans cette chambre 10A.

En l'absence de charge sur la tige 6 du vérin, le filet 22 est centré par rapport aux flancs de la gorge 23, et les pressions dans les gorges 24 et 25 sont égales.

15 Lorsqu'une charge est appliquée sur la tige 6 et est donc transmise à l'écrou 5, les fuites de fluide entre la gorge "supérieure" 24 et l'interstice 28 tendent à diminuer (par suite de la tendance au rapprochement entre la gorge 24 et le flanc en vis-à-vis du filet 22). Par conséquent, la pression dans la gorge 24 tend alors à augmenter.

20 Inversement, les fuites entre la gorge "inférieure" 25 et l'orifice 28 tendent à augmenter, et la pression dans cette gorge 25 tend à diminuer. La différence de pression qui tend à s'établir entre les gorges 24 et 25 a pour effet de compenser la charge appliquée sur l'écrou, et évite tout contact entre l'écrou et la vis.

25 Le palier 20 de guidage de la tige 6 du vérin est un palier hydrostatique simulerai à celui des vérins hydrauliques, et permet ainsi d'avoir un frottement "sec" le plus faible possible entre la tige 6 et le corps 9.

Le piston 11 est un piston lisse avec portance hydrodynamique, permettant d'obtenir un frottement "sec" réduit et une bonne étanchéité 30 nécessaire à l'efficacité de l'amortissement en fin de course du piston (aux deux extrémités du compartiment 10).

Le dispositif d'équilibrage de la charge du vérin (pression du fluide arrivant par les orifices 16 et 17 sur le piston 11) permet de limiter le couple permanent du moteur électrique, et donc son dimensionnement. En 35 effet, en position de repos de la tige 6, la charge est équilibrée, et le courant

2739428

5

du moteur peut être nul. La pression d'équilibrage est ajustée pour compenser le poids de la charge. Cette pression est fournie par un groupe d'accumulateurs, dont l'encombrement est nettement moins important que celui d'une centrale hydraulique pour vérins hydrauliques de mêmes 5 caractéristiques de puissance que le vérin de l'invention.

L'efficacité des amortisseurs de fin de course est un élément primordial de la sécurité des mouvements de cabine en raison des énergies cinétiques très élevées que le vérin doit absorber en cas de panne. Les amortisseurs de fin de course sont formés par les cônes 11A, 11B situés de 10 part et d'autre du corps du piston 11. Les cônes sont dimensionnés de façon à obstruer progressivement l'orifice correspondant 16 ou 17 par lequel s'évacue alors le fluide se trouvant dans la chambre 10A ou 10B, selon que le piston 11 se rapproche de la cloison 12 ou de la cloison 18. On crée ainsi 15 une contre-pression qui ralentit le mouvement de fin de course du piston, donc le mouvement de la charge reliée au vérin. Ce type d'amortisseur fiable et efficace est similaire à celui utilisé sur les vérins hydrauliques.

Le vérin de l'invention produit un bruit d'accélération satisfaisant les exigences de ladite circulaire de la FAA, fait appel à une technologie hydrostatique éprouvée, tout en gardant les avantages des vérins 20 électriques (absence de centrale hydraulique, raideur et bande passante plus élevées que celles d'un vérin hydraulique correspondant).

2739428

6

**REVENDICATIONS**

1. Vérin de puissance à frottements secs réduits, caractérisé par le fait qu'il comporte un moteur électrique (2) entraînant directement en rotation une vis (3) coopérant avec un écrou (5) entraînant en translation la tige (6) du vérin, le système vis/écrou étant du type hydrostatique et enfermé dans un cylindre (10) étanche.
2. Vérin selon la revendication 1, caractérisé par le fait que le moteur électrique est du type sans balais.
3. Vérin selon la revendication 1 ou 2, caractérisé par le fait que le palier de guidage (18) de la tige du vérin est du type hydrostatique.
4. Vérin selon l'une des revendications précédentes, caractérisé par le fait que l'extrémité de la tige de vérin reliée à l'écrou forme un piston (11) se déplaçant dans ledit cylindre (10).
5. Vérin selon la revendication 4, caractérisé par le fait que le cylindre reçoit une pression d'équilibrage (16) de la charge du vérin.
6. Vérin selon la revendication 4 ou 5, caractérisé par le fait que le piston est muni de dispositifs d'amortissement de fin de course (11A, 11B).
7. Vérin selon la revendication 6, caractérisé par le fait que les dispositifs d'amortissement de fin de course sont des cônes formés sur chaque face du piston qui obstruent progressivement, en fin de course, des orifices (16, 17) formés dans le cylindre.

2739428

1/2

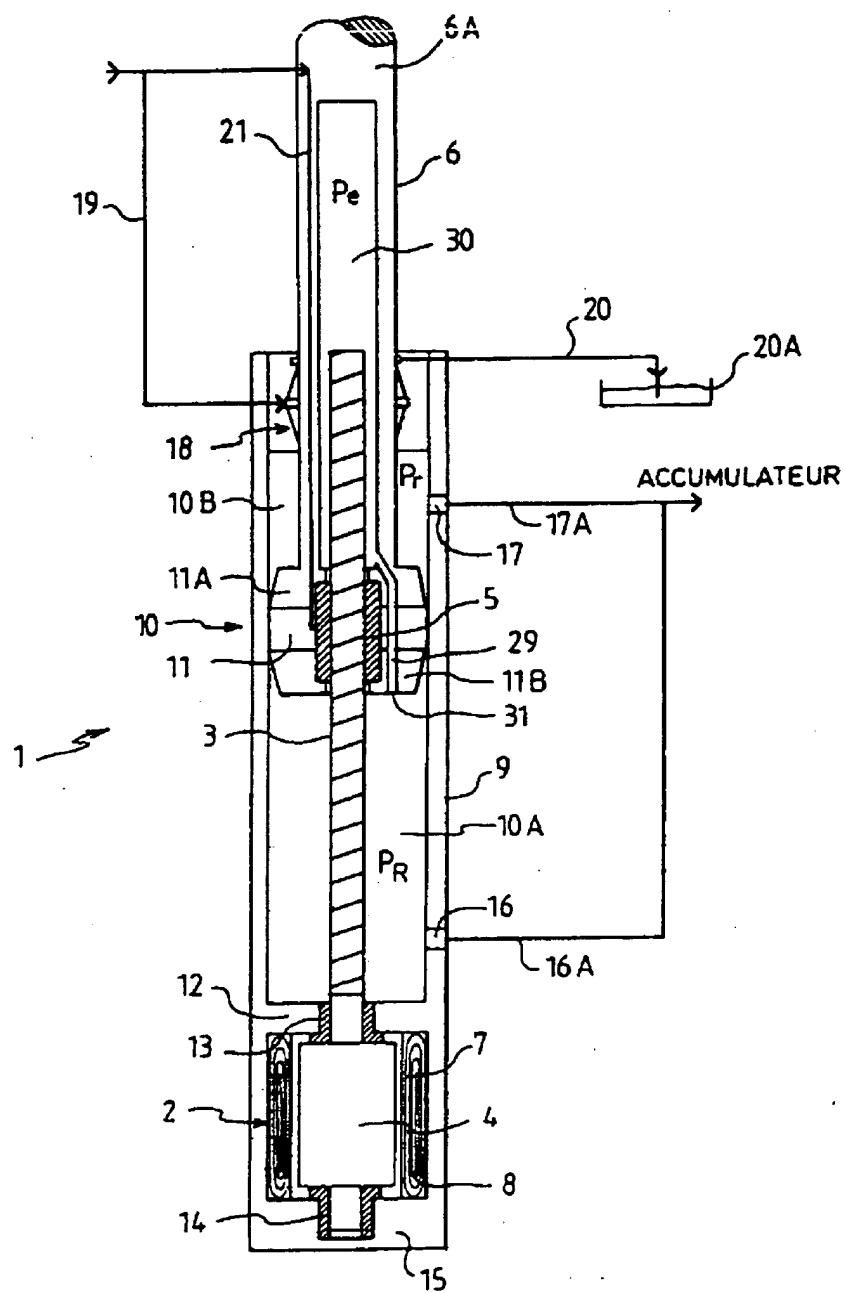


FIG.1

2739428

2/2

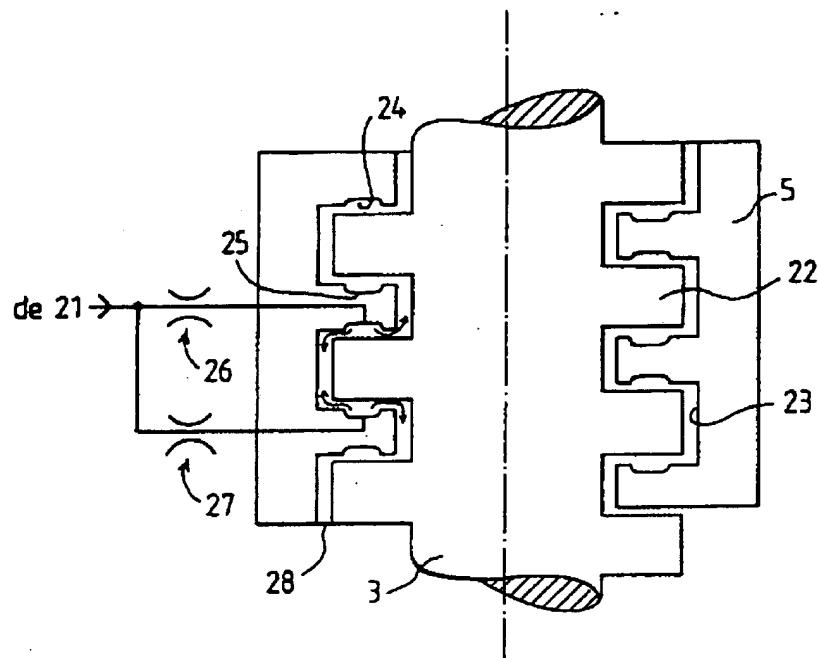


FIG. 2

REPUBLIQUE FRANÇAISE

INSTITUT NATIONAL  
de la  
PROPRIETE INDUSTRIELLE

RAPPORT DE RECHERCHE  
PRELIMINAIRE

établi sur la base des dernières revendications  
déposées avant le commencement de la recherche

2739428

N° d'enregistrement  
nationalFA 521082  
FR 9511683

DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS		Revendications concernées de la demande examinée
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	
Y	EP-A-0 163 602 (SIG SCHWEIZ INDUSTRIEGES) 4 Décembre 1985 * figures 1-3 * ---	1,2,4,5
Y	EP-A-0 301 779 (SLOCUM ALEXANDER H) 1 Février 1989 * page 2, ligne 1 - ligne 14; figures 2,4 *	1,2,4,5
A	GB-A-1 415 938 (SCHENCK AG CARL) 3 Décembre 1975 * page 2, ligne 19-34 *	3
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 009, no. 311 (M-436), 7 Décembre 1985 & JP-A-60 146955 (KOGANEI SEISAKUSHO:KK), 2 Août 1985. * abrégé *	1,2,4,5
A	EP-A-0 551 197 (LINK MILES LTD) 14 Juillet 1993 * colonne 1, ligne 1-33 - colonne 6, ligne 39-55 *	1,2,6
	-----	
		<b>DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHÉS (Int.Cl.4)</b>
		F16H F15B
1	Date d'achèvement de la recherche  18 Juin 1996	Examinateur  Hunt, A
<b>CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES</b> X : particulièrement pertinents à lui seul Y : particulièrement pertinents en combinaison avec un autre document de la même catégorie A : pertinents à l'encontre d'un moins une revendication ou arrière-plan technologique général O : divulgation non écrite P : document intercalaire		T : théorie ou principe à la base de l'invention E : document de brevet bénéficiant d'une date antérieure à la date de dépôt et qui n'a été publié qu'à cette date de dépôt ou qu'à une date postérieure. D : cité dans la demande L : cité pour d'autres raisons R : membre de la même famille, document correspondant